

Maggio 2016

Relazione Geologica

PIANO DI RECUPERO, P.d.R. n.3A

UTOE 1 – CASCIANA TERME

COMUNE CASCIANA TERME LARI



Committente:

CONTI GABRIELLA, BALLINI SANDRA, RICCIARDI FRANCESCO,
RICCIARDI BENEDETTA, RICCIARDI MARCO, RICCIARDI
ANDREA, RICCIARDI MARIA PAOLA, RICCIARDI ROBERTA

INTRODUZIONE

Su incarico dei Sig.^{ri} **CONTI GABRIELLA, BALLINI SANDRA, RICCIARDI FRANCESCO, RICCIARDI BENEDETTA, RICCIARDI MARCO, RICCIARDI ANDREA, RICCIARDI MARIA PAOLA, RICCIARDI ROBERTA** è stata eseguita un'indagine geologica su un'area in cui è in progetto un intervento di riorganizzazione e riqualificazione del sistema urbano attraverso un Piano di Recupero identificato dallo Strumento Urbanistico come **P.d.R. 3A**.

La zona, così come evidenziato nelle cartografie riportate in allegato, è ubicata in Piazza Carlo Minati n.11 nel comune di Casciana Terme Lari (Provincia di Pisa) (Allegato 1).

L'indagine geologica di supporto al Piano di Recupero P.d.R. 3A è stata prodotta in conformità alla Variante al Regolamento Urbanistico (redatta ai sensi del R.U. vigente, della L.R. n.65 del 2014 – "*Norme per il governo del territorio*" e del D.P.G.R. 53/R del 2011 – "*Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 in materia di indagini geologiche*").

1 - BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il Piano Attuativo di cui all'oggetto, P.d.R. 3A, prevede il recupero di una struttura, attualmente dismessa ed in passato utilizzata come rimessa pullman, da destinare alla realizzazione di un complesso per attività ricreative e di ritrovo di cui alla lettera **c) zone adibite ad attività private di interesse collettivo** – Capo IV , art. 55 delle Norme Tecniche di Attuazione del R.U. ex Comune di Casciana Terme.

Per dettagli tecnici più specifici si rimanda ai corrispondenti elaborati progettuali.

1.1 - VITA NOMINALE DELLA STRUTTURA

La vita nominale di un'opera strutturale, " V_N ", è intesa come il numero degli anni in cui la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere utilizzata per lo scopo a cui è destinata.

Da informazioni fornite dal Tecnico Progettista, considerando la tipologia dell'intervento e la funzione specifica a cui dovrà assolvere (Tipo di Costruzione 2 – Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale), sulla base della *Tab. 2.4.I, N.T.C.*, la vita nominale della costruzione è pari a:

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

1.2 - CLASSE D'USO DELLA STRUTTURA

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in 4 *Classi d'Uso* corrispondenti alle Classi di Importanza dell'*Euro Codice 8*.

Alla struttura è attribuita una **Classe d'uso III** (*"Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso"*).

1.3 - PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle strutture vengono valutate in relazione ad un *Periodo di Riferimento*, " V_R ", che si ricava moltiplicando la Vita Nominale (" V_N ") per il *Coefficiente d'Uso* (" C_U "):

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore di C_U è definito, al variare della Classe d'Uso, come indicato nella *Tab. 2.4.II, N.T.C.*.

In questo caso: $C_U = 1,5$.

Pertanto il Periodo di Riferimento è pari a: **$V_R = 75 \text{ anni}$**

MODELLAZIONE GEOLOGICA

1 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il P.d.R. 3A è ubicato in corrispondenza del centro storico dell'abitato di Casciana Terme ad una quota di circa 112 m s.l.m..

Geomorfologicamente zona si sviluppa in corrispondenza di territorio collinare debolmente acclive caratterizzato dall'affioramento della formazione pleistocenica delle "Argille e Sabbie con travertini - qt".

Queste ultime hanno giacitura sub-orizzontale e danno origine ad una morfologia caratteristica formando delle ampie creste che si raccordano con i versanti argillosi circostanti attraverso scarpate di modesta entità, quasi sempre inattive.

In corrispondenza dell'area in oggetto non sono stati rilevati fenomeni di dissesto in atto e/o quiescenti (Allegato 2).

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, LITOLOGICO, LITOTECNICO E STRATIGRAFICO

L'area in esame è caratterizzata dall'affioramento della formazione geologica riconducibile alle "Argille e Sabbie con travertini – qt" (Allegato 1).

Dal punto di vista dell'ambiente deposizionale il complesso trae le sue origini dalla scaturigine di due sorgenti lungo la faglia marginale del nucleo a Serie Toscana, al contatto con le Argille Azzurre del Pliocene. Queste due sorgenti dovevano riversare le loro acque in due valli distinte al fondo delle quali si è formato il travertino che, in seguito per la maggiore resistenza all'erosione nei confronti dei fianchi vallivi aperti nella Argille Azzurre, si è trovato a formare due aree terrazzate secondo una modalità classica di inversione del rilievo.

Le valli dovevano essere comunicanti a Nord della località “Il Poggetto” come è indicato dalla presenza di una sottile fascia di travertino che unisce i due affioramenti maggiori.

Litologicamente il travertino affiora con giacitura sub-orizzontale ed è caratterizzato da una struttura vacuolare prodotta da fenomeni chimici di incrostazione causati da acque calde ricche di carbonato di calcio. Queste ultime, affiorando in superficie, depositano i sali che vanno ad incrostare vegetali, sabbie, ciottoli etc. In esposizione fresca il litotipo presenta sottili strati pieni e vuoti allungati nel senso della stratificazione e lasciati dalla decomposizione di vegetali. Si notano, inoltre, sottili laminazioni ondulate e vacuoli a deposizione raggiata a testimonianza dell’originaria presenza di alghe e molluschi.

La formazione, così come confermato da prove penetrometriche e sondaggi effettuati, è costituita da bancate lapidee intercalate a livelli di ciottoli in matrice limo – argillosa e limo sabbiosa e a spessori di argilla a differente grado di consistenza (Formazione classificata dagli studi del P.S. in “Unità litotecnica 5: Formazioni coerenti di scarsa resistenza”).

In particolare, in prossimità dell’attuale cratere termale, gli studi di supporto del R.U. hanno confermato l’esistenza nel sottosuolo di litologie altamente compressibili, quali torbe, argille torbose e/o argille molli o plastiche.

Stratigraficamente sottostante la successione delle “Argille e Sabbie con travertini – qt” è la formazione pliocenica delle “**Argille Azzurre – p**”; si tratta di argille estremamente eterogenee, dal caratteristico colore grigio-azzurro più o meno marnose e nella parte alta siltoso-sabbiose.

Al di sotto del potente spessore argilloso si trovano i “**Conglomerati di trasgressione – pc**”. La formazione è costituita da un insieme di sedimenti clastici grossolani con caratteri diversi da zona a zona a seconda del tipo di basamento su cui andavano a trasgredire.

3 - INQUADRAMENTO STRUTTURALE

Le formazioni geologiche riscontrate sul territorio comunale appartengono a tre Unità tettoniche sovrapposte e ad un Complesso sedimentario, discordante stratigraficamente sulle prime, noto come Complesso Neoautoctono.

Geometricamente l'Unità tettonica più bassa è rappresentata dalla "Serie Toscana". Essa costituisce l'ossatura sulla quale si sono sedimentate, dal basso verso l'alto, l'"Unità di Canetolo" e quella di "Monteverdi" o del "Caio".

L'ordine di sovrapposizione è dovuto alla tetto-genesi in regime compressivo che è proceduta da Ovest verso Est provocando l'accavallamento di più bacini sedimentari (flysch di Monteverdi, il più occidentale, su quello di Canetolo ed entrambi su quello Toscano, il più orientale).

Alla fine del Miocene è iniziato un periodo in cui, alla tetto-genesi in regime di compressione, si sono succedute fasi di collasso in regime fragile distensivo con l'individuazione di importanti faglie.

Queste ultime hanno pilotato la formazione di nuovi bacini di sedimentazione costituenti il Complesso Neoautoctono.

Il Complesso è rappresentato da una serie piuttosto potente di terreni prevalentemente sabbiosi ed argillosi dislocati, in prima approssimazione, secondo una struttura monoclinale che immerge verso N-NE di circa 5° - 8°. Al di sopra si sono sedimentati i depositi recenti databili al Pleistocene Sup. e all'Olocene.

4 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La formazione delle "Argille e Sabbie con travertini - qt" presenta caratteristiche idrogeologiche tipiche di un corpo acquifero dotato di permeabilità primaria (per porosità) variabile a seconda del litotipo prevalente ed una elevata permeabilità secondaria per fessurazione e per soluzione (carsismo) (Allegato 2).

La presenza di eteropie determina un'elevata difficoltà nella ricostruzione del modello di circolazione sotterranea; non esiste, infatti, un vero e proprio scorrimento sotterraneo quanto piuttosto aree a maggiore o minore circolazione continua a

seconda del materiale prevalente (limo argilloso, argilla, travertino) ed eventualmente al grado di fessurazione, fratturazione e potenza dello strato lapideo.

La circolazione risulta comunque favorita dalla presenza di un letto argilloso riconducibile alla formazione delle “*Argille azzurre*” (“acquicludo”), così come evidenziato dalla presenza di numerosi pozzi superficiali in corrispondenza dell’abitato (portate medie dell’ordine di 40-50 l/giorno).

Nel caso in cui è attestata nel sottosuolo la presenza di bancate di travertino, l’alta conducibilità idraulica del litotipo può determinare un elevato grado di imbibizione delle argille sottostanti con un conseguente deterioramento delle caratteristiche geomeccaniche del livello coesivo.

Per quanto attiene la circolazione profonda l’acquifero artesiano localizzato nelle formazioni calcaree riconducibili alla Falda Toscana (“*Calcarea Massiccio*”, “*Calcarea Selcifero*”, “*Calcarea Rosso Ammonitico*”) ad una profondità compresa di circa 50 – 60 m d.p.c.

Dai dati raccolti nell’ambito degli studi di supporto al Piano Strutturale, quali la presenza di acque di pozzo con temperature anomale, risulta evidente l’interazione dell’acquifero freatico con le acque termali che risalgono dalle zone più profonde attraverso linee di frattura che bordano il complesso mesozoico.

In occasione dell’esecuzione dell’indagine in sito il livello idrico nel foro della prova non è stato rilevato a causa del raggiungimento del rifiuto strumentale ad una profondità estremamente superficiale.

Tuttavia, misurazioni effettuate nel dicembre 2007 nel foro di un sondaggio realizzato nelle immediate vicinanze, individuano il livello della falda acquifera ad una profondità di circa 4,6 m d.p.c. Alla luce dell’assetto idrogeologico dell’area non sono da escludere fenomeni di risalita del livello del saturazione del terreno a profondità inferiori a quella sopra indicata.

PERICOLOSITA' GEOLOGICA DELL'AREA

1 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO

Il D.P.G.R. n.53/R del 25 ottobre 2011 – “Regolamento di attuazione dell’art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, al paragrafo §4 dell’Allegato A, riporta quanto segue: *“... I piani complessi di intervento ed i piani attuativi sono corredati da una relazione di fattibilità contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano necessari nel regolamento urbanistico in relazione alle condizioni di fattibilità, ovvero indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire e/o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all’attività edilizia ... La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, idraulico, idrogeologico, sismico). In caso contrario è necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità ...”.*

La valutazione della Pericolosità Geologica è stata effettuata in riferimento alle indagini condotte nell’ambito della Variante al Regolamento Urbanistico ed Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico – Pai.

Gli approfondimenti realizzati nell’ambito della presente, ai sensi della vigente normativa, evidenziano che non sono intervenute modifiche al quadro conoscitivo di riferimento dell’area, per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, idraulici, idrogeologici.

Sulla base di quanto emerso si conferma, quindi, l’inserimento dell’area in esame all’interno delle classi di pericolosità di seguito riportate.

1a- PERICOLOSITA' GEOLOGICA

La cartografia di riferimento colloca il P.d.R. 3A in Classe “**G.3**” corrispondente a “**Pericolosità Geologica Elevata**” (Allegato 3).

Questa coincide con le “aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all’acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%”.

1b- PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO, STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO - PAI (Autorità di Bacino del Fiume Arno)

La “*Carta delle Perimetrazioni delle aree con Pericolosità da fenomeni geomorfologico di versante*” allegata al “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico” dell’Autorità di Bacino del Fiume Arno, entrato in vigore con D.P.C.M. del 6 maggio 2005 (G.U. n.30 del 03/102006), inserisce l’area di intervento all’interno della “**Classe P.F.1**”, corrispondente a “**Pericolosità moderata da processi geomorfologici di versante**” (Allegato 3).

Tale classe “*...comprende aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato*”.

Secondo le norme di attuazione del PAI “*...nelle aree P.F.1 si persegue l’obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio*”.

1c- PERICOLOSITA' IDRAULICA

Per quanto concerne l’aspetto idraulico il Piano Attuativo in esame è inserito in classe “**I.1**” corrispondente a “**Pericolosità idraulica bassa**” (Allegato 4).

Riguarda le “*aree collinari o montane prossime ai corsi d’acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:*

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;*

b) sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di 2,0 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda".

1d- VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Il P.d.R. 3A rientra tra le aree a **"Vulnerabilità Idrogeologica elevata"** - **"Classe 4 – Sottoclasse 4a"** (Allegato 5).

La suddetta classe corrispondente a *"situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie molto permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni sciolti a permeabilità elevata con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie mediamente permeabili"*.

FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

La fattibilità dell'intervento è stata definita alla luce delle indicazioni riportate nel Regolamento n.53 del 2011 e nella Variante al Regolamento Urbanistico.

In sintesi, la fattibilità è stata distinta in funzione e delle situazioni di pericolosità riscontrate in modo tale da definire in maniera più precisa le condizioni alla trasformazione, le indagini da effettuare a livello edilizio e gli eventuali interventi di mitigazione del rischio.

FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI: F3

Fattibilità condizionata: *si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.*

FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI: F1

Fattibilità senza particolari limitazioni: *si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

PIANO DELLE INDAGINI

La ricostruzione stratigrafica e la modellizzazione geotecnica del sottosuolo sono state effettuate attraverso l'esecuzione di n.3 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti integrate con le informazioni ottenute da un sondaggio geognostico di riferimento.

La caratterizzazione sismica del sottosuolo, invece, è stata possibile grazie all'utilizzo di un'indagine sismica del tipo MASW in modalità attiva effettuata in un'area limitrofa.

Le indagini di riferimento sono state considerate in quanto effettuate in contesto geologico e geotecnico analogo a quello di intervento.

La campagna geognostica ha consentito di raggiungere un grado di approfondimento sufficiente ad inquadrare le problematiche geologiche e geotecniche del terreno di fondazione.

1 - METODOLOGIA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

Alla ricostruzione stratigrafica ed alla caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti nel sottosuolo si è giunti mediante il rilievo superficiale di un congruo intorno dell'area di intervento e attraverso l'esecuzione di n.3 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (**DPSH1 – DPSH2 - DPSH**).

Le indagini, eseguite utilizzando un penetrometro dinamico **PAGANI Modello TG 63-200** (massa battente = 63,5 kg; altezza di caduta = 0,75 m; avanzamento = 0,2 m), sono state spinte fino ad una profondità massima di circa 1,4 m d.p.c. prima del raggiungimento del rifiuto strumentale.

La prova dinamica, attraverso la rilevazione del parametro "N" (numero di colpi necessario all'avanzamento della punta nel terreno), permette di giungere ad una distinzione qualitativa dei sedimenti attraversati (livelli incoerenti e livelli coerenti).

In sintesi, così come meglio descritto nel certificato della prova, il numero di colpi registrato durante l'indagine (N) è correlato con quello di una prova SPT (N_{SPT}) per poi risalire, attraverso formule empiriche, al valore numerico dei principali parametri geotecnici.

Considerata l'impossibilità di utilizzare le prove penetrometriche dinamiche per indagare il sottosuolo a profondità maggiori di 1,4 m d.p.c. è stata di fondamentale importanza la stratigrafia di n.1 Sondaggio a carotaggio continuo (S1) effettuato in data 2007 per la realizzazione dei locali spogliatoio alla palestra comunale ubicata in via G.B.Boni.

L'ubicazione ed il certificato delle prove penetrometriche in sito e del sondaggio sono riportati in allegato (Allegato 6 – Allegato 7– Allegato 9).

2 - RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO

La stratigrafia del sottosuolo, fino ad una profondità di circa 13,0 m d.p.c., può essere così sintetizzata (Allegato 9):

Terreno alterato

Corrisponde alla porzione più superficiale del sottosuolo con spessore dell'ordine di circa 0,6 – 0,8 m; si tratta di un livello a prevalente comportamento granulare,

detritico, alterato ed influenzato dalle escursioni stagionali del naturale contenuto in acqua.

Travertino

Tra 0,6 e 4,8 m di profondità è presente uno strato lapideo riconducibile ad una bancata di travertino. Ad eccezione dello spessore compreso tra 0,6 e 1,4 m d.p.c., corrispondente alla porzione superficiale e maggiormente disgregata dello strato roccioso, in corrispondenza del quale è stato raggiunto il rifiuto strumentale, il travertino si presenta compatto di colore variabile da grigio a color nocciola scuro.

Attraverso correlazioni con indagini effettuate sul territorio si ha $\varphi = 25^\circ \div 35^\circ$, $c_u = 100$ kPa).

Argilla e torbe

Un livello di argilla e torba è stato riscontrato nel sondaggio tra 4,8 e 7,8 m d.p.c.

Si tratta di materiale con basso grado di consistenza e scadenti caratteristiche geotecniche, all'interno del quale si possono trovare letti carboniosi e livelli conchigliari ($\varphi = 21$; $c' = 6$ kPa; $c_u = 60$ kPa).

Argilla limosa con clasti e ciottoli

A partire da 7,8 e fino alla massima profondità raggiunta dal sondaggio (13,0 m d.p.c.) il sottosuolo è caratterizzato da un potente spessore di argilla limosa, a tratti sabbiosa, caratterizzata dalla presenza di clasti di travertino e ciottoli di natura arenacea.

Il litotipo presenta nel complesso buone caratteristiche geotecniche ($\varphi = 22^\circ$; $c' = 5$ kPa; $c_u = 100$ kPa).

3 - CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Nonostante il raggiungimento del rifiuto dello strumento ad una profondità estremamente superficiale (1,4 m d.p.c.), l'integrazione con le informazioni provenienti da un sondaggio geognostico eseguito in un'area limitrofa (S1) ha consentito di individuare una bancata continua di travertino tra 1,4 e 4,8 m circa di profondità.

Al di sotto di tale litotipo il sondaggio di riferimento evidenzia un livello di torba e di argilla torbosa scarsamente consistente ed uno sottostante di argilla limosa consistente.

Tali informazioni risultano in accordo con quanto emerso nell'ambito dell'indagine sismica di seguito riportata.

La conferma della reale stratigrafia del sottosuolo in esame, così come meglio specificato nei paragrafi successivi, sarà comunque effettuata in fase esecutiva attraverso la pianificazione ed esecuzione di una campagna geognostica mirata ad una dettagliata ricostruzione stratigrafica e modellizzazione geotecnica del sottosuolo.

INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

1 - CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONALE DEL TERRITORIO COMUNALE

L'aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana, redatto ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, è stato approvato con la Delibera della G.R.T. n. 878 dell' 08/10/2012 .

A seguito di questo, causa la fusione di 14 comuni toscani con conseguente istituzione dal 1 gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali, la suddetta Delibera è stata aggiornata con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014.

Dal momento che il comune di Casciana Terme Lari si è originato dalla fusione di comuni omogenei sotto il profilo della pericolosità sismica di base e della classificazione sismica, l'aggiornamento ha previsto la conferma della classificazione sismica dei comuni originari.

Alla luce di quanto riportato il comune di Casciana Terme Lari è attualmente inserito in **zona sismica 3**.

2 - INDAGINE SISMICA

La modellizzazione geotecnica e la classificazione del suolo di fondazione è stata effettuata utilizzando una prospezione sismica di riferimento del tipo MASW in modalità attiva (Multichannel Analysis of Surface Waves).

L'indagine è stata eseguita nell'ambito degli studi geologici di supporto alle verifiche tecniche di cui all'O.P.C.M. n.3274/2003 della Scuola Primaria e Secondaria di I grado, quale edificio strategico e rilevante.

La prospezione, di cui in allegato se ne riporta l'ubicazione (Allegato n.6), è stata svolta in un contesto geologico, geomorfologico e geotecnico analogo a quello di intervento.

Il metodo MASW attivo consente di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali (V_s) basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

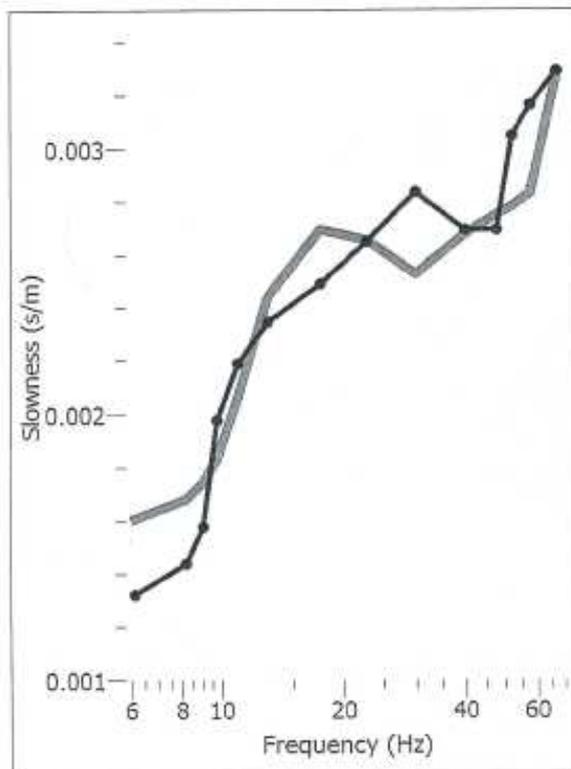
L'indagine, attraverso la stima della velocità di fase (curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, consente quindi di ottenere informazioni sulla parte più superficiale del suolo (30-50 m di profondità) in funzione della rigidità del suolo stesso e delle caratteristiche della sorgente.

Nel caso in esame la sismica di riferimento è stata eseguita mediante n° 24 geofoni con frequenza pari a 4,5 Hz e spazati tra loro di 2,0 m; come sorgente di energizzazione è stata utilizzata una mazza battente da 8,0 kg.

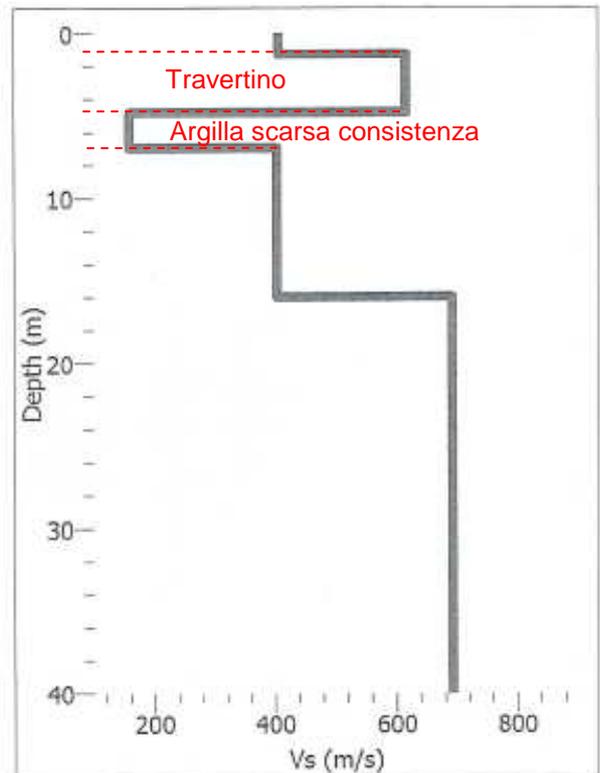
Anche a conferma di quanto precedentemente affermato in merito alla stratigrafia, dall'elaborazione dei dati ottenuti mediante l'indagine si risale alla sequenza indicata nella seguente tabella:

Spessore (m)	V_s (m/sec)
1,03	405,72
3,40	616,19
2,13	160,82
9,07	404,00
$\approx 14,37$	694,35

Dove, V_s = Velocità delle onde sismiche di taglio S.



Sovrapposizione curva calcolata e del picking effettuato (nero)



Modello di velocità

3 - DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

La classificazione all'interno delle "Categorie del Suolo di Fondazione", ai sensi del D.M. 14/01/2008, è stata effettuata attraverso una valutazione del parametro "V_{S30}"; tale valore numerico è calcolato utilizzando la media ponderata dei valori di Velocità delle onde di taglio sul piano orizzontale, nei primi 30 m di profondità, mediante la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Nel caso specifico i terreni sono caratterizzati da un valore di V_{S30} compreso tra 360 e 800 m/sec (**V_{S30} = 465,5 m/s**).

Alla luce di quanto emerso il terreno di fondazione è ascrivibile nella categoria di "**profilo stratigrafico B**".

Questa corrisponde a "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica N_{spt} > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 250 kPa nei terreni a grana fina)*".

Le informazioni ed i dati necessari per la definizione dello spettro di risposta, valutati mediante il programma elettronico di calcolo "GEOSTRU – PS", vengono di seguito riportati:

SITO OGGETTO DELL'INDAGINE

LATITUDINE (°)*	LONGITUDINE (°)*	CLASSE USO	VITA NOMINALE
43,528065	10,620317	3	50 anni

SITO DI RIFERIMENTO

	LATITUDINE (°)*	LONGITUDINE (°)*	DISTANZA (m)
Sito 1 ID: 20937	43,5490	10,5927	3219,098
Sito 2 ID: 20938	43,5507	10,6617	4172,143
Sito 3 ID: 21160	43,5007	10,6639	4652,603
Sito 4 ID: 21159	43,4990	10,5951	3821,487

* = Coordinate espresse nel sistema di riferimento ED50.

PARAMETRI SISMICI

CAT. SOTTOSUOLO	CAT. TOPOGRAFICA	PERIODO RIFERIMENTO	COEFFICIENTE CU
B	T1	75 anni	1,5

	Probab. Super. (%)	T _r (anni)	a _g (g)	F _o (-)	T _c [*] (s)
OPERATIVITA' (SLO)	81	45	0,054	2,477	0,241
DANNO (SLD)	63	75	0,069	2,463	0,251
SALVAGUARDIA VITA (SLV)	10	712	0,160	2,492	0,277
PREVENZ. COLLASSO (SLC)	5	1462	0,196	2,536	0,284

dove:

- Tr = periodo di ritorno dell'azione sismica, espresso in anni
- a_g = accelerazione orizzontale massima attesa al sito. Il valore di a_g è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione
- F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di F_o è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione
- T_c^{*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di T_c^{*} è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione

COEFFICIENTI SISMICI

	S_s (-)	C_c (-)	S_t (-)	K_h (-)	K_v (-)	A_{max} (m/s ²)	Beta (-)
SLO	1,200	1,460	1,000	0,013	0,007	0,640	0,200
SLD	1,200	1,450	1,000	0,017	0,008	0,812	0,200
SLV	1,200	1,420	1,000	0,046	0,023	1,878	0,240
SLC	1,200	1,410	1,000	0,057	0,028	2,309	0,240

dove:

S _s	=	Coefficiente di amplificazione stratigrafica
C _c	=	Coefficiente funzione della categoria di suolo
S _t	=	Coefficiente di Amplificazione topografica
K _h	=	coefficiente di intensità sismica orizzontale.
K _v	=	coefficiente di intensità sismica verticale.
A _{max}	=	accelerazione massima orizzontale attesa al sito ed è dipendente dagli effetti di amplificazione stratigrafica e dagli effetti di amplificazione topografica.
Beta	=	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

APPROFONDIMENTI, CONDIZIONI E PRESCRIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE

Nell'ambito del presente paragrafo si è proceduto ad una valutazione complessiva delle problematiche presenti sul P.d.R. 3A.

Alla luce di quanto emerso nel corso dello studio è possibile indicare le tipologie degli approfondimenti da effettuare e, contestualmente, fornire alcune prescrizioni circa il mantenimento delle condizioni di stabilità dell'area.

1 - VALUTAZIONE E APPROFONDIMENTI DI CARATTERE GEOTECNICO E SISMICO

In fase di progettazione esecutiva dell'intervento diretto dovranno essere eseguite indagini di dettaglio in sito che consentano la precisa definizione dei parametri geotecnici del sottosuolo.

In dettaglio sarà necessario approfondire la conoscenza del sottosuolo mediante l'esecuzione di sondaggi geognostici e di indagini di laboratorio su campioni indisturbati volti a confermare quanto emerso ed a definire le caratteristiche geomecniche dei litotipi.

Nell'ambito della presente indagine, infatti, le prove penetrometriche dinamiche super pesanti hanno raggiunto il rifiuto strumentale ad una profondità estremamente superficiale, dell'ordine di 1,4 m d.p.c., confermando l'esistenza di una bancata lapidea continua.

Dall'altro lato però il raggiungimento del rifiuto non ha consentito di indagare ulteriormente il sottosuolo andando a verificare l'eventuale presenza e spessore di uno strato di torba sottostante individuato tra 4,8 e 7,8 m d.p.c. nel sondaggio e tra 4,4 e 6,6 m circa d.p.c. nell'indagine sismica.

La modellizzazione geotecnica puntuale del sottosuolo, alla luce di eventuali modifiche ed incrementi apportati ai carichi di fondazione, consentirà di valutare la necessità di ricorrere a consolidamenti fondazionali, eventualmente di tipo profondo.

2 - VALUTAZIONE E APPROFONDIMENTI LEGATI ALLA RISORSA IDRICA

Nel presente paragrafo vengono affrontati ed esaminati alcuni degli aspetti legati allo sfruttamento ed all'utilizzo della risorsa idrica.

Un esame più mirato potrà essere effettuato sulla base dei pareri rilasciati dagli enti gestori di competenza.

2a- SMALTIMENTO E DEPURAZIONE DELLE ACQUE

2a.1- SMALTIMENTO DEPURAZIONE CQUE REFLUE

Dal momento che il Piano di Recupero è inserito tra le aree ad elevata vulnerabilità a causa delle evidenze di miscelamento tra le acque della falda freatica che circola nel travertino e quelle profonde della falda termale, in tale aree è fatto divieto di realizzare scarichi e smaltimenti di acque reflue direttamente nel terreno attraverso impianti di sub-irrigazione.

In ogni caso lo smaltimento dei reflui sarà effettuato nel rispetto della normativa vigente in materia con particolare riguardo al D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., alla L.R.T. 31 maggio 2006, n. 20 ed al D.P.G.R. Toscana 17 dicembre 2012, n. 76/R.

2a.2- SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

La normativa vigente in materia di tutela delle acque dall'inquinamento (L.R.T. 31 maggio 2006, n. 20) classifica le acque meteoriche che interessano le superfici impermeabili del lotto (acque meteoriche relative alla copertura della struttura) nell'ambito delle Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate (AMDNC).

Queste corrispondono alle "acque meteoriche derivanti da superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive, ossia: le strade pubbliche e private, i piazzali di sosta e di movimentazione di automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinarsi di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali; sono AMDNC anche le acque individuate ai sensi dell'articolo 8, comma 8".

Tali acque saranno accumulate in una o più cisterne interrato, di adeguata ampiezza, che avranno la funzione di costituire una riserva idrica da utilizzare per l'irrigazione delle aree verdi e per gli altri usi consentiti (es. impianti igienici dotati di sistemi di erogazione differenziati, impianto antincendio ecc...), consentendo un risparmio della risorsa idrica.

Le acque in esubero, se possibile, dovranno essere convogliate in aree permeabili e quindi nel recettore finale prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena (valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria). Questi consentiranno di ridurre la velocità di corrivazione delle acque nel recettore finale.

2a.2.1- Dimensionamento cisterne accumulo acque meteoriche

La stima della volumetria totale della vasca per l'accumulo delle acque meteoriche è stata effettuata sulla base della superficie della copertura della costruzione (utilizzando coefficiente di deflusso pari a 1) dal momento che le superfici esterne sono da considerarsi permeabili.

In sintesi la superficie impermeabile risulta:

$$S_{TOT} = 569 \text{ m}^2$$

La valutazione della volumetria del serbatoio di accumulo è stata effettuata sulla base della precipitazione di massima intensità con periodo di ritorno ventennale.

Dagli studi sulle precipitazioni, ricavati dagli annali idrologici della Stazione Pluviometrica di *Casciana Terme*, risulta che il valore della **Precipitazione Media** è pari a:

$$P_{med} = 28,4 \text{ mm/h}$$

Dalla "Curva di probabilità pluviometrica", costruita secondo il *Metodo Statistico di Gumbel*, si evince che il valore della **Precipitazione di Massima intensità** (con periodo di ritorno ventennale) è pari a:

$$P_{max} = 51,1 \text{ mm/h}$$

Considerando una superficie impermeabile pari a:

$$S = 569 \text{ m}^2$$

si ottiene un volume complessivo di:

$$V_{TOT} = 29 \text{ m}^3$$

La cisterna dovrà essere dimensionata in modo tale da contenere un volume d'acqua non inferiore al 50% del valore sopra stimato.

2b- APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

La realizzazione di nuove opere di presa per la captazione di acque sotterranee (dalle quali si escludono quelle termali) è disciplinata dal Regio Decreto n. 1775/33 e dal D. Lgs. n. 152/06.

Nel dettaglio, la perforazione di pozzi ad uso domestico è attuabile esclusivamente nel caso in cui venga dimostrata l'insufficienza delle acque

meteoriche accumulate nella cisterna a soddisfare il fabbisogno idrico della committenza.

Per eventuali usi diversi dal domestico, ai sensi dell'art. 95 del R.D. 1775/1933, la realizzazione di un'opera di presa è subordinata alla richiesta di autorizzazione alla perforazione e concessione all'utilizzo della risorsa idrica alla Provincia di Pisa.

In ogni caso, nel momento in cui esistono i presupposti per cui un'eventuale utilizzo e sfruttamento di falde acquifere sotterranee comporti un incremento della fragilità del sottosuolo, l'Amministrazione Comunale ha la facoltà di apporre limitazione a tale uso.

La perforazione di nuovi pozzi è attuabile nel rispetto delle direttive riportate nel Regolamento Edilizio.

Per quanto attiene la salvaguardia della risorsa, le opere che attingeranno dalla falda freatica superficiale dovranno prevedere l'impermeabilizzazione della zona attigua al pozzo, da realizzarsi mediante un marciapiede della larghezza minima di 50 cm. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale la bocca-pozzo dovrà essere collocata ad un'altezza minima di 60 cm dal piano di campagna; qualora sia mantenuta al di sotto del piano di campagna la bocca-pozzo dovrà essere racchiusa in un pozzetto a tenuta stagna, opportunamente protetto da un tombino.

I pozzi artesiani, in ugual misura, dovranno prevedere il corretto isolamento degli acquiferi attraversati e l'impermeabilizzazione superficiale, da ottenersi mediante cementazione non inferiore ai primi 5 m di profondità.

CONCLUSIONI

La Relazione Geologica è stata prodotta al supporto del Piano di Recupero, P.d.R. 3A del Regolamento Urbanistico del Comune di Cascina Terme.

L'area, ubicata in Piazza Carlo Minati n.11 nel Comune di Casciana Terme Lari, si sviluppa in un territorio geomorfologicamente stabile interessato dall'affioramento della formazione pleistocenica delle *“Argille e Sabbie con travertini - qt”*.

La sostanziale stabilità della zona è confermata dai sopralluoghi effettuati, dagli studi geologici condotti a supporto del degli Strumenti Urbanistici vigenti e dalle cartografie del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico.

Le indagini geotecniche in sito e la correlazione con un sondaggio effettuato in un'area limitrofa hanno consentito di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo. In sintesi quest'ultimo è caratterizzato, al di sotto di uno strato superficiale alterato, da una bancata lapidea di travertino in corrispondenza del quale è stato raggiunto il rifiuto strumentale.

Al di sotto di tale litotipo il sondaggio di riferimento ha evidenziato, tra 4,8 e 7,8 m d.p.c., uno strato di argilla e torba con scadenti caratteristiche geomeccaniche, seguito da un livello prevalentemente coesivo con elevata percentuale di clasti e ciottoli.

In corrispondenza del sondaggio è stata rilevata la presenza della falda acquifera ad una profondità dell'ordine di circa 4,6 m d.p.c., sottoposta a possibili fenomeni di risalita.

Dal punto di vista sismico un'indagine condotta in un'area immediatamente circostante ha consentito di ricostruire il modello geologico dell'area, di determinare con buona precisione la categoria sismica del suolo di fondazione (*“Categoria B”*) e di risalire alla determinazione dell'azione sismica locale.

Alla luce di quanto emerso, nel rispetto delle indicazioni e prescrizione riportate nell'ambito della presente, si ritiene che non esistano motivi di carattere geologico s.l. che possano ostacolare la realizzazione del Piano di Recupero 3A di cui all'oggetto.

Dr. Geol. Chiara Marconi

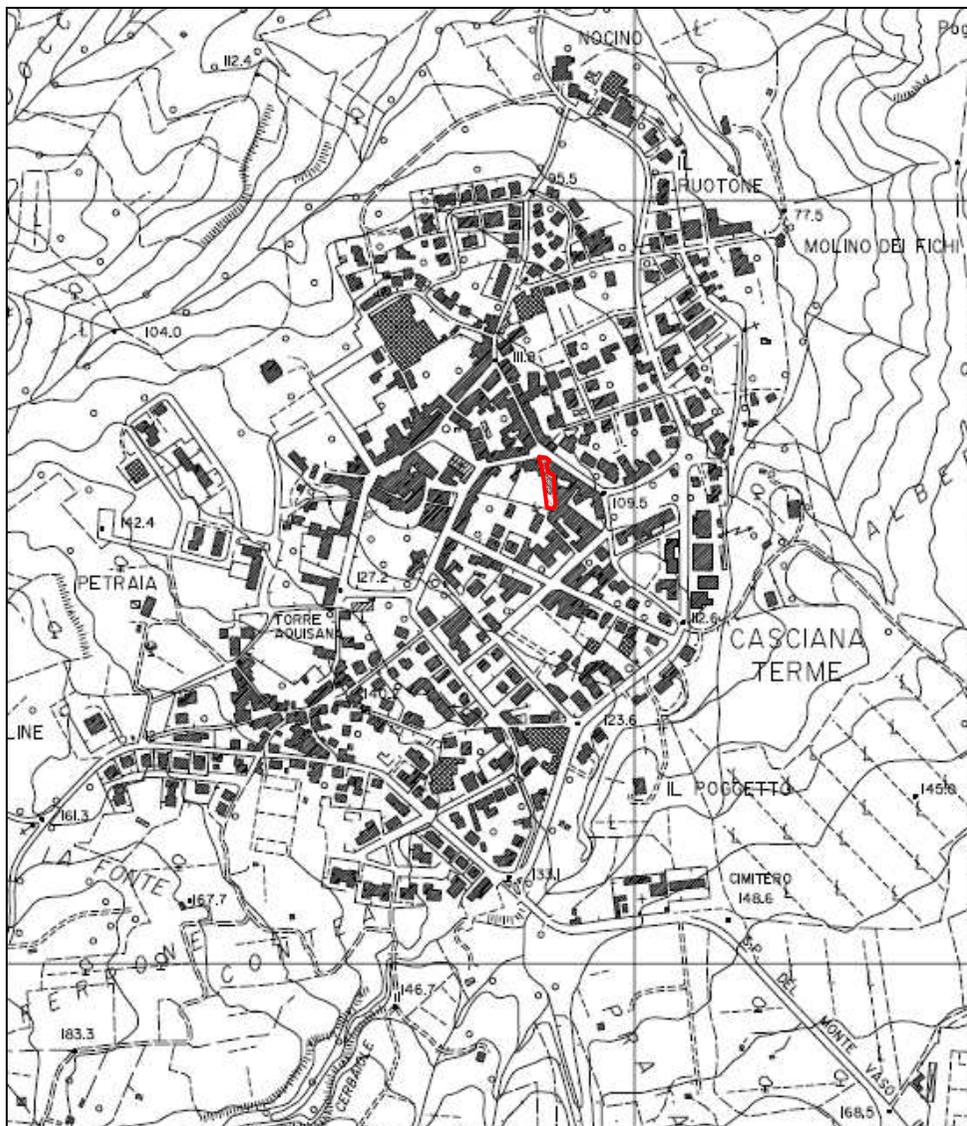
Casciana Terme, 30/05/2016

Costituiscono parte integrante della presente relazione i seguenti elaborati:

- ALLEGATO 1: "Corografia area di intervento" (scala 1:10.000) - Carta Geologica" (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 2: "Carta Geomorfologica" (scala 1:10.000) – "Carta Idrogeologica" (scala 1:5.000);
- ALLEGATO 3: "Carta Pericolosità Geomorfologica" (scala 1:5.000) – "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – PAI" (scala 1:25.000);
- ALLEGATO 4: "Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del P.I.T." (scala 1:5.000) - "Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi dell'art.7 del P.T.C.";
- ALLEGATO 5: "Carta della Vulnerabilità Idrogeologica" (scala 1:10.000) – "Carta della Fattibilità (scala 1:2.000);
- ALLEGATO 6: "Ubicazione Indagine geognostica in sito e di riferimento" (scala 1:2.000);
- ALLEGATO 7: "Relazione Tecnica – Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH;
- ALLEGATO 8: "Sondaggio geognostico S1"
- ALLEGATO 9: "Sezione litotecnica (scala 1:200)".

COROGRAFIA AREA DI INTERVENTO

Scala 1:10.000

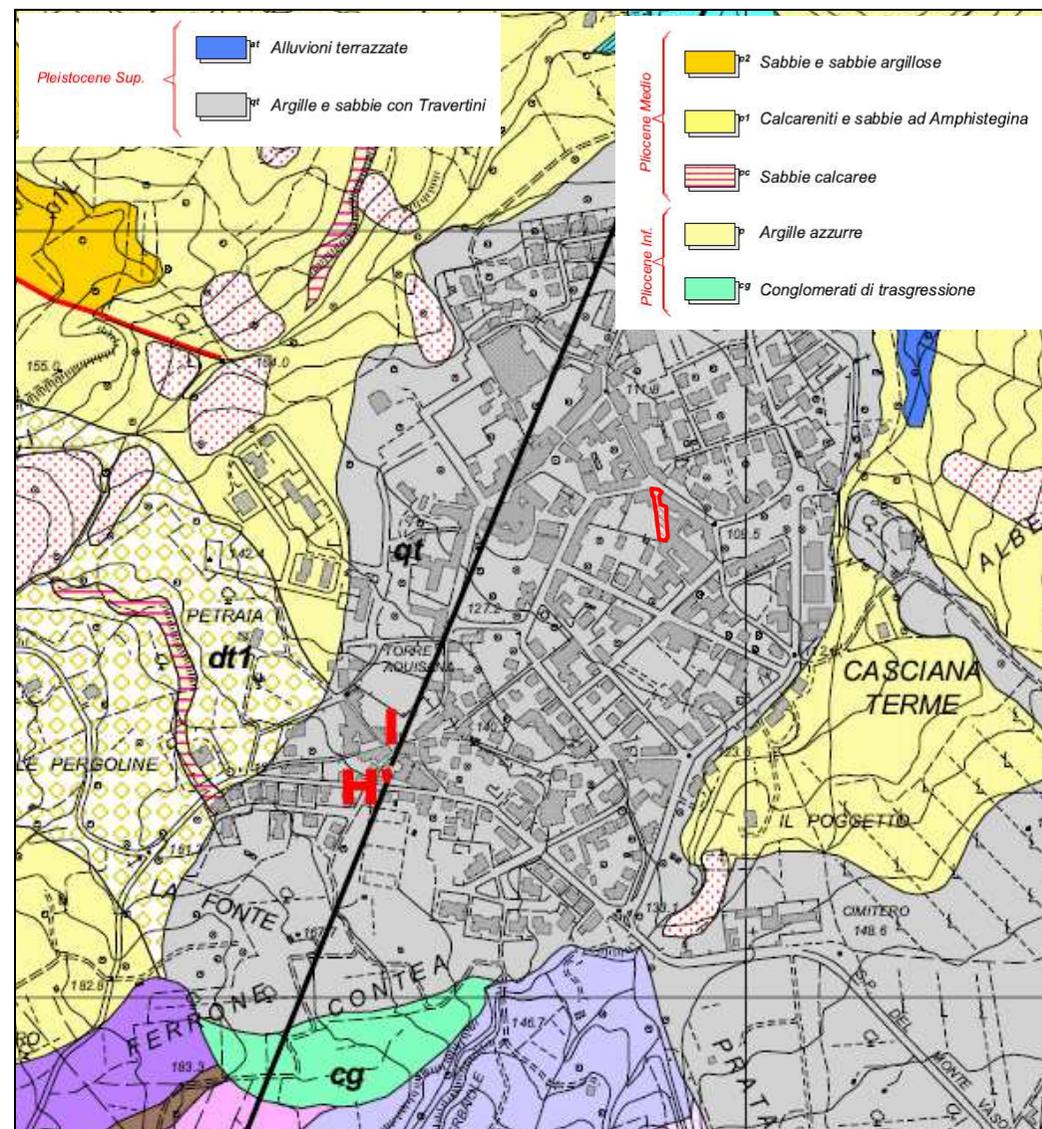


Ubicazione P.d.R. 3A

CARTA GEOLOGICA

Estratto dal P.S. del Comune di Casciana Terme

Scala 1:10.000

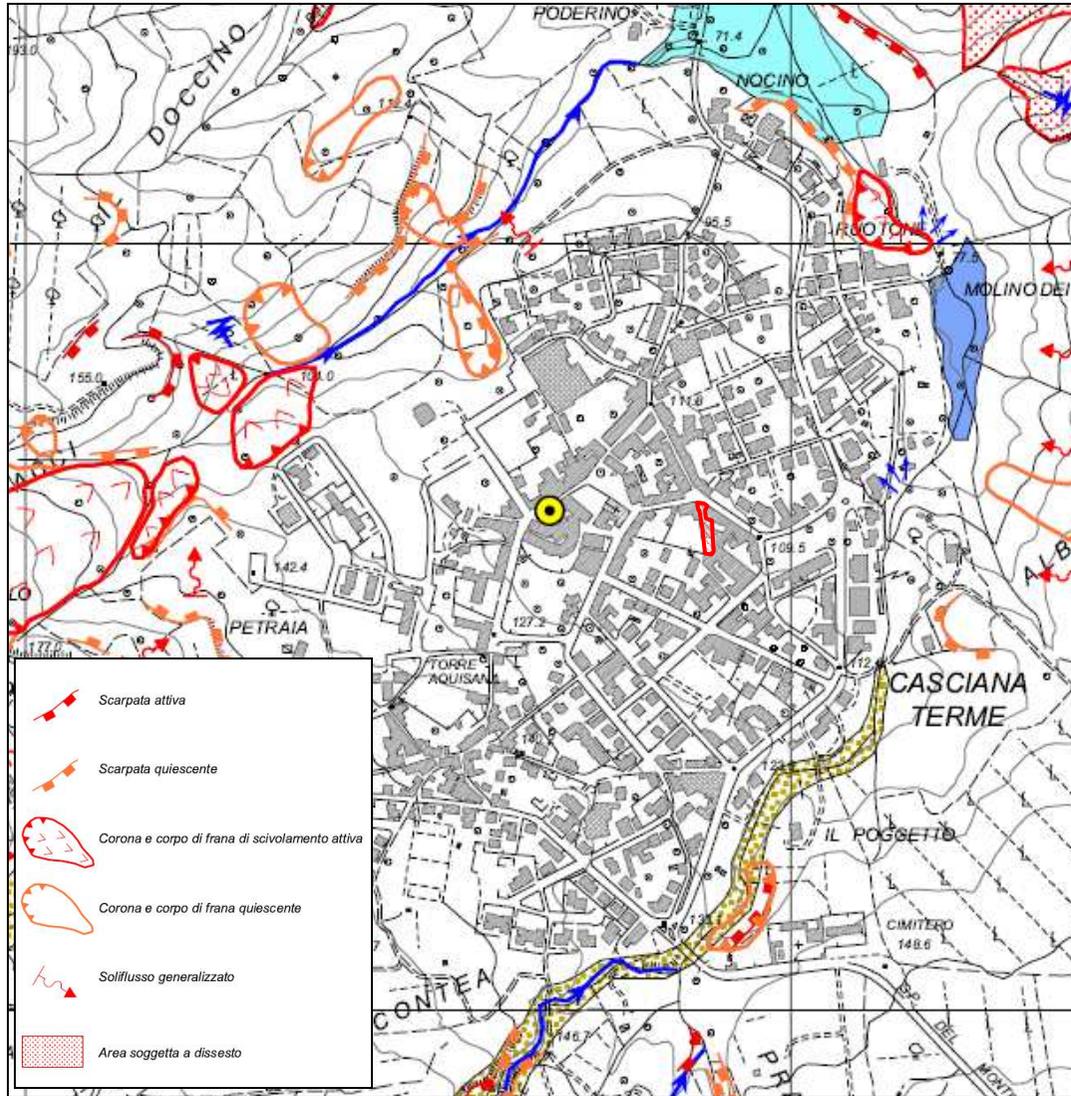


ALLEGATO 1

CARTA GEOMORFOLOGICA

Estratto dal P.S. del Comune di Casciana Terme

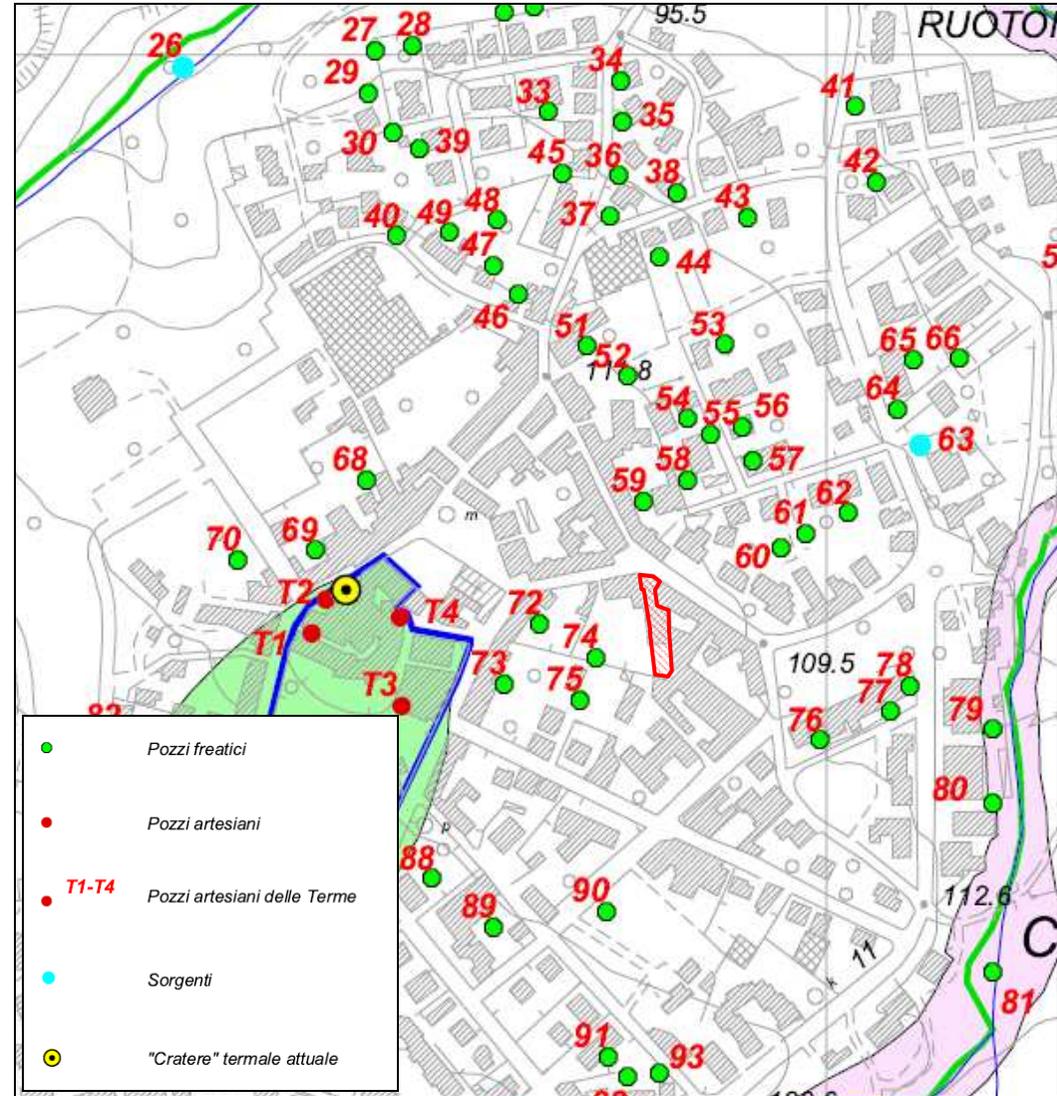
Scala 1:10.000



CARTA IDROGEOLOGICA

Estratto dal P.S. del Comune di Casciana Terme

Scala 1:5.000



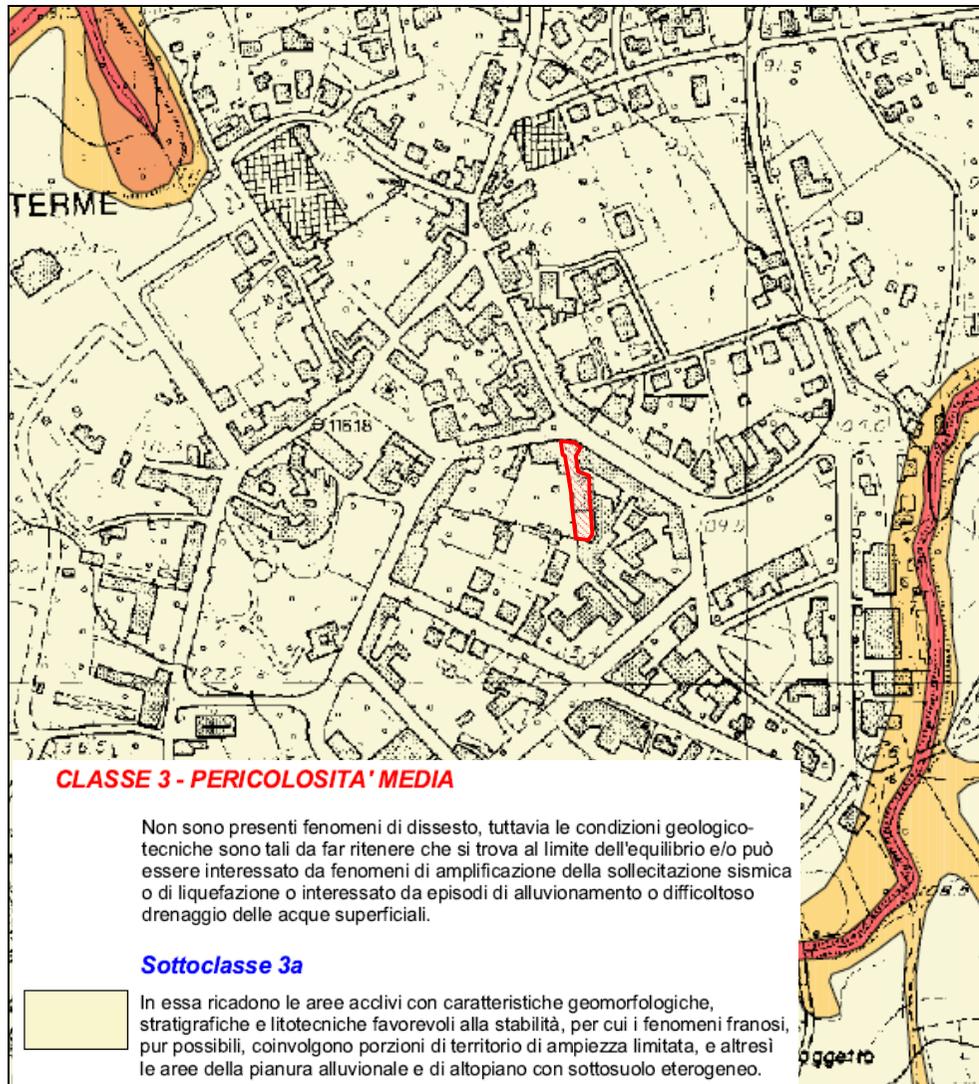
Ubicazione P.d.R. 3A

ALLEGATO 2

CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Estratto dal P.S. del Comune di Casciana Terme

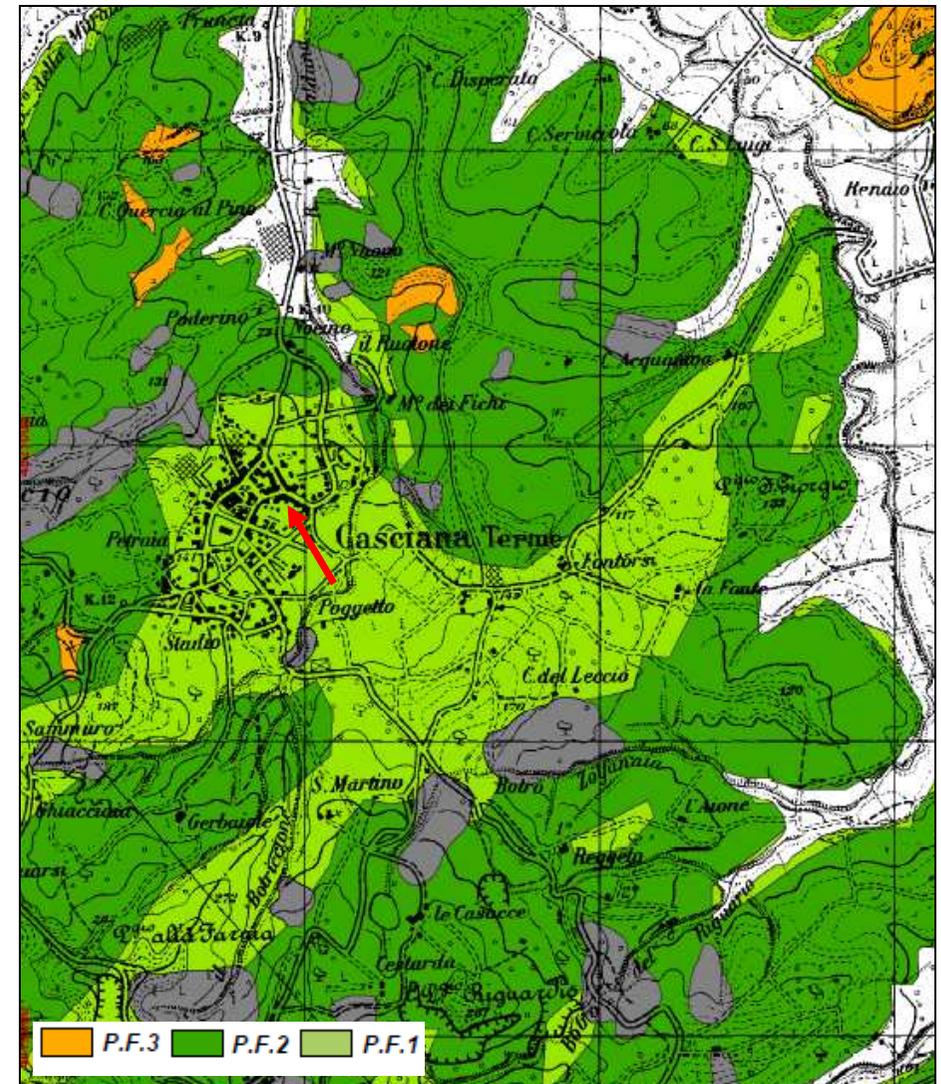
Scala 1:5.000



Ubicazione P.d.R. 3A

PERIMETRAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITÀ DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI DI VERSANTE - PAI

Piano di Bacino del Fiume Arno - Scala 1:25.000

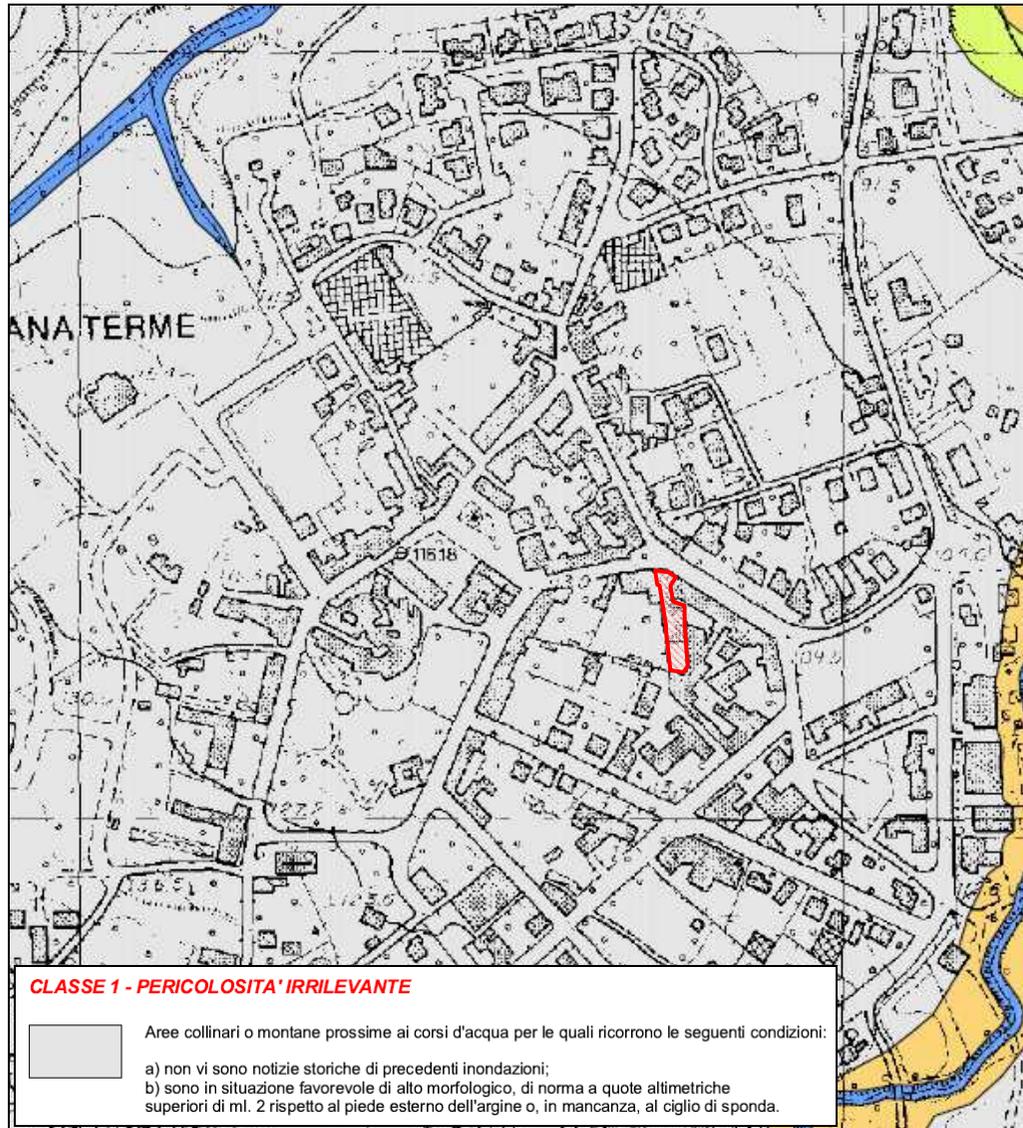


ALLEGATO 3

CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Ai sensi del P.I.T.

Estratto dal P.S. - Scala 1:5.000

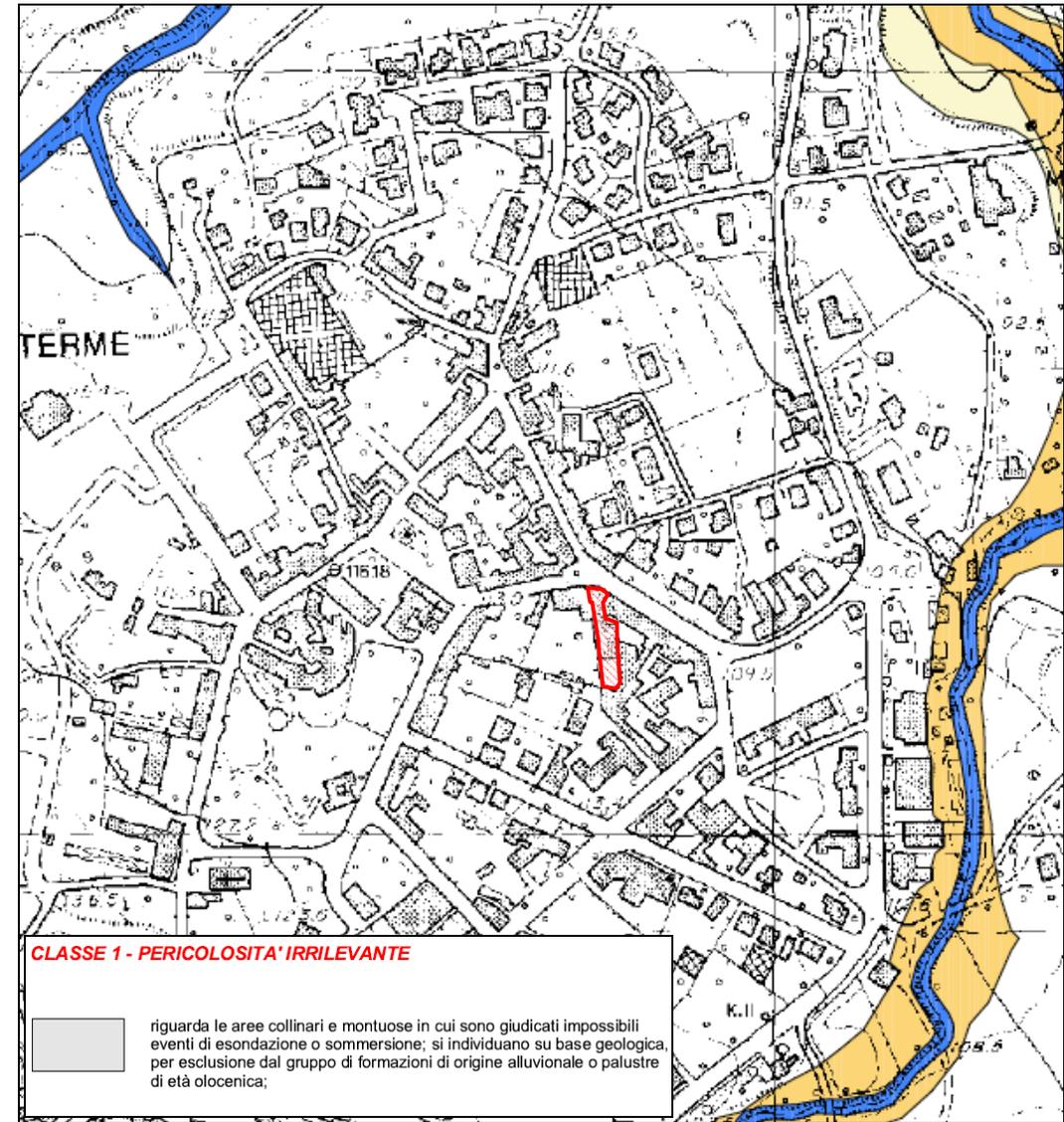


Ubicazione P.d.R. 3A

CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Ai sensi dell'art.7 del P.T.C.

Estratto dal P.S. - Scala 1:5.000

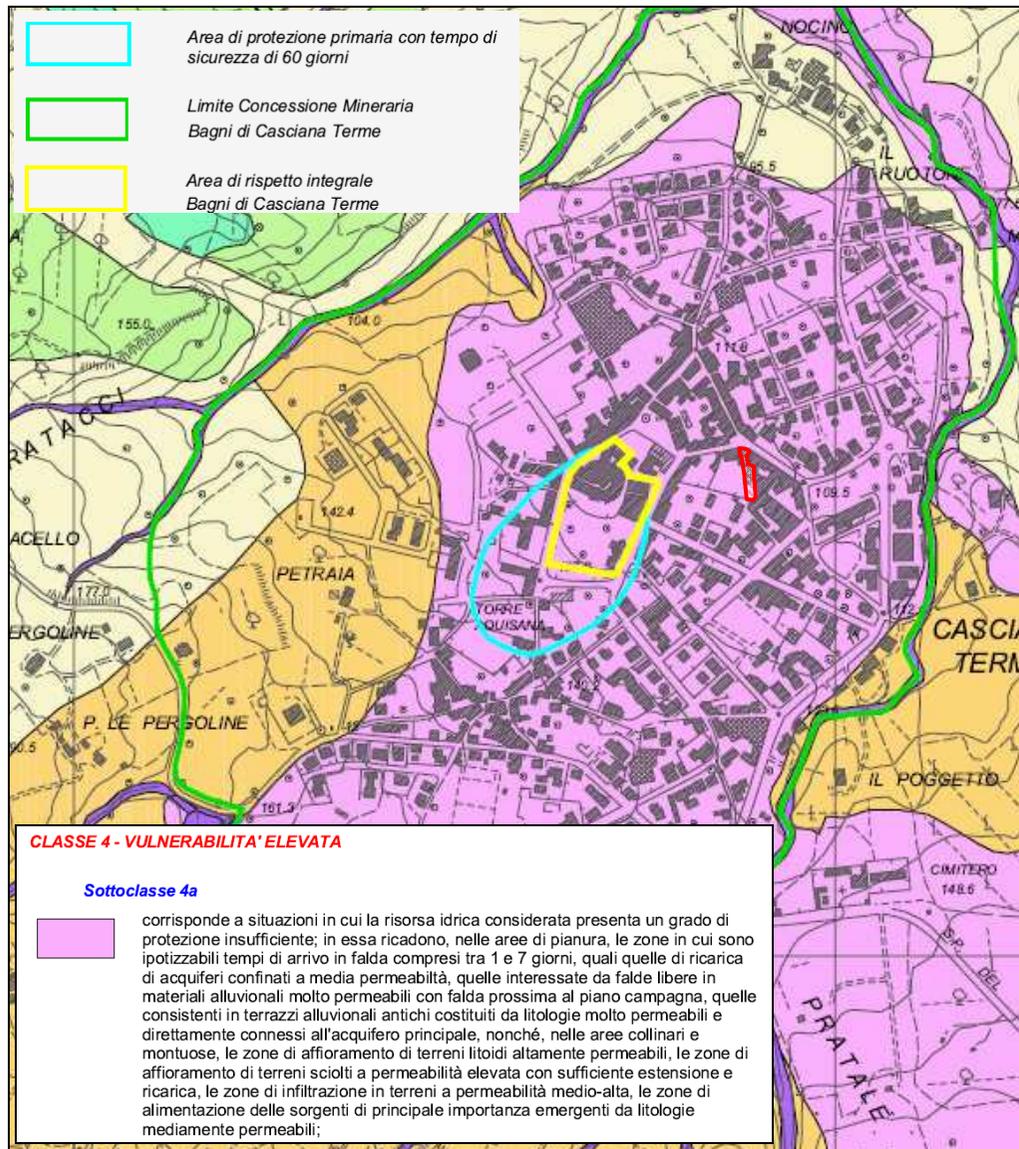


ALLEGATO 4

CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Estratto dal P.S. del Comune di Casciana Terme

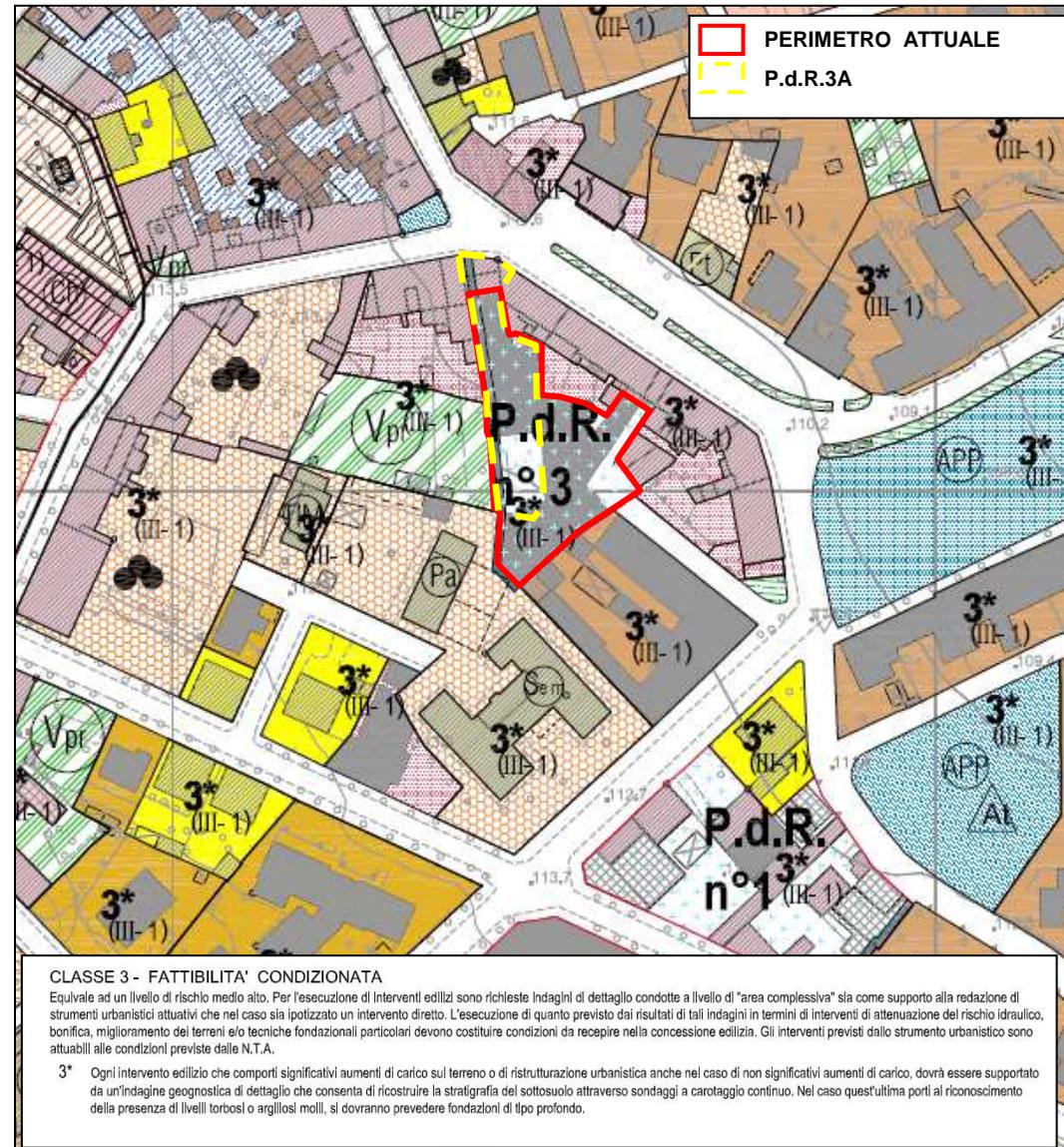
Scala 1:10.000



CARTA DELLA FATTIBILITA' IDROGEOLOGICA

Estratto dal R.U. del Comune di Casciana Terme

Scala 1:2.000

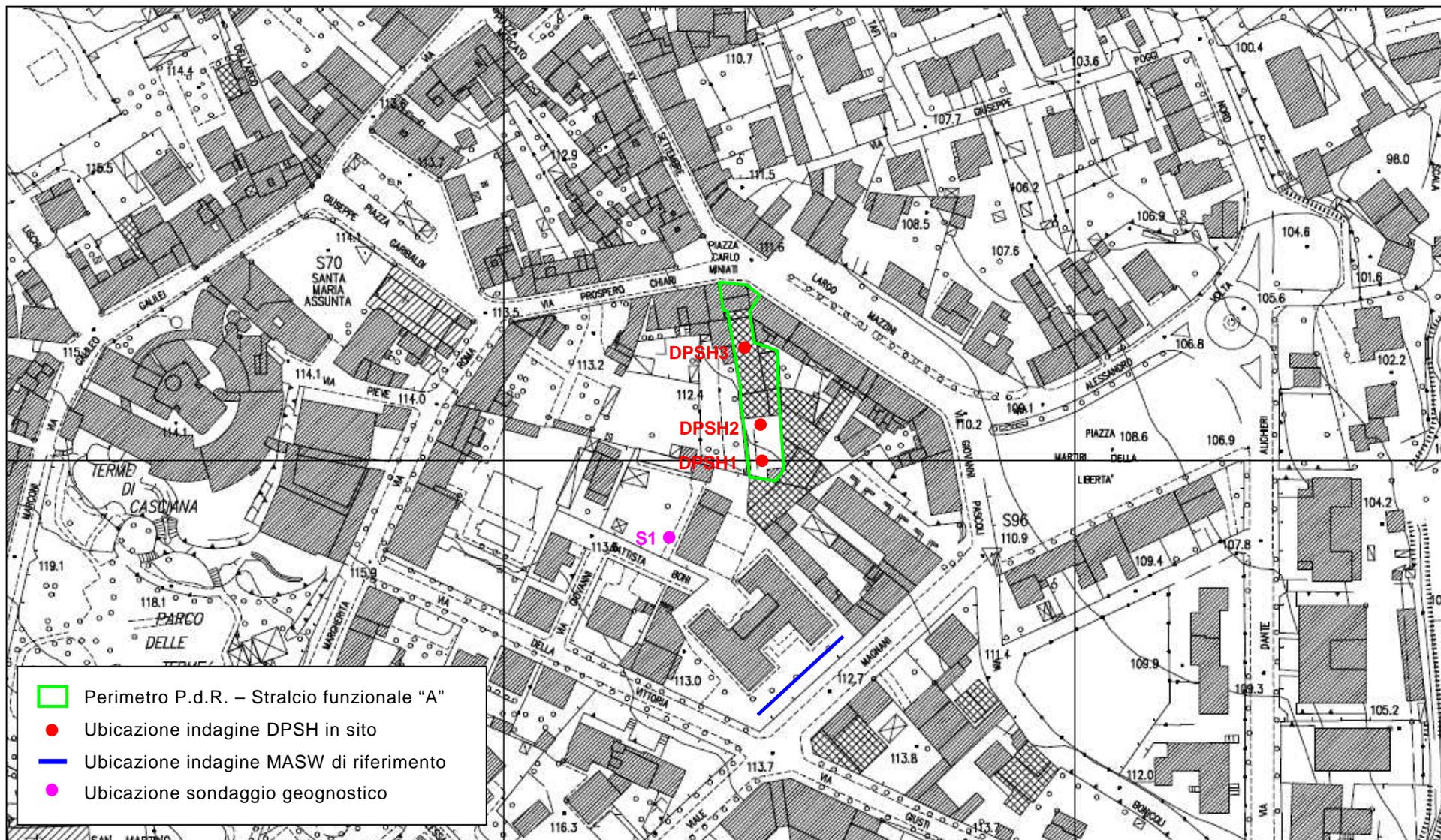


 Ubicazione P.d.R. 3A

ALLEGATO 5

UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA IN SITO E DI RIFERIMENTO

Scala 1:2.000





Azienda Certificata
ISO 9001:2008 N. IT12/0149
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e
geofisiche, ambientali, idrometriche"



RELAZIONE TECNICA

Committente: Geol. Chiara
Marconi

Località: Casciana Terme

Data Indagine: 13/01/2015

Codice lavoro: 150113a

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

ALLEGATO 7

Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132 - 56017 - San Giuliano
Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

p. IVA 01667250508

Data elaborazione: 13/01/2015

GAIA Servizi S.n.c.
di Massimiliano Vannozzi & C.
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

Codifica: PR 7.5 01_08 Rev. 1 del 11/2011

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1: Prova penetrometrica DPSH1



Figura 2: Prova penetrometrica DPSH2



Figura 3: Prova penetrometrica DPSH3

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ), misurando il numero di colpi N necessari.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	massa battente	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M \div 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α = 60-90°), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α = 60-90°), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento δ = 30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento δ = 20-30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / Nspt

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previa definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M , scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)/2$
media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi Nspt della prova SPT : $Nspt = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia βt fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica Rpd viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$Rpd = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ Rpd = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]
e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battente e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$Rpd' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (Nspt,Qspt), dall'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$Rpd' = Q N = Qspt Nspt \Rightarrow Nspt = N [Q/Qspt] = \beta t N ,$$

ove il rapporto $\beta t = Q/Qspt$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame , relativamente alla prova SPT ($Qspt = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$, $A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$.

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> ϕ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

Nspt -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Rpd -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN

1

riferimento

150113a

certificato n°

004/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
Cantiere: **150113a**
Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: 1
Elaborato:

Data esec.: 13/01/2015
Data certificato: 13/01/2015
Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0.20	1	9		96.18					
0.40	1	3		32.06					
0.60	2	4		42.74					
0.80	2	18		192.35					
1.00	2	30		294.56					
1.20	2	30		294.56					
1.40	2	12		117.83					
1.60	3	100		981.88					

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

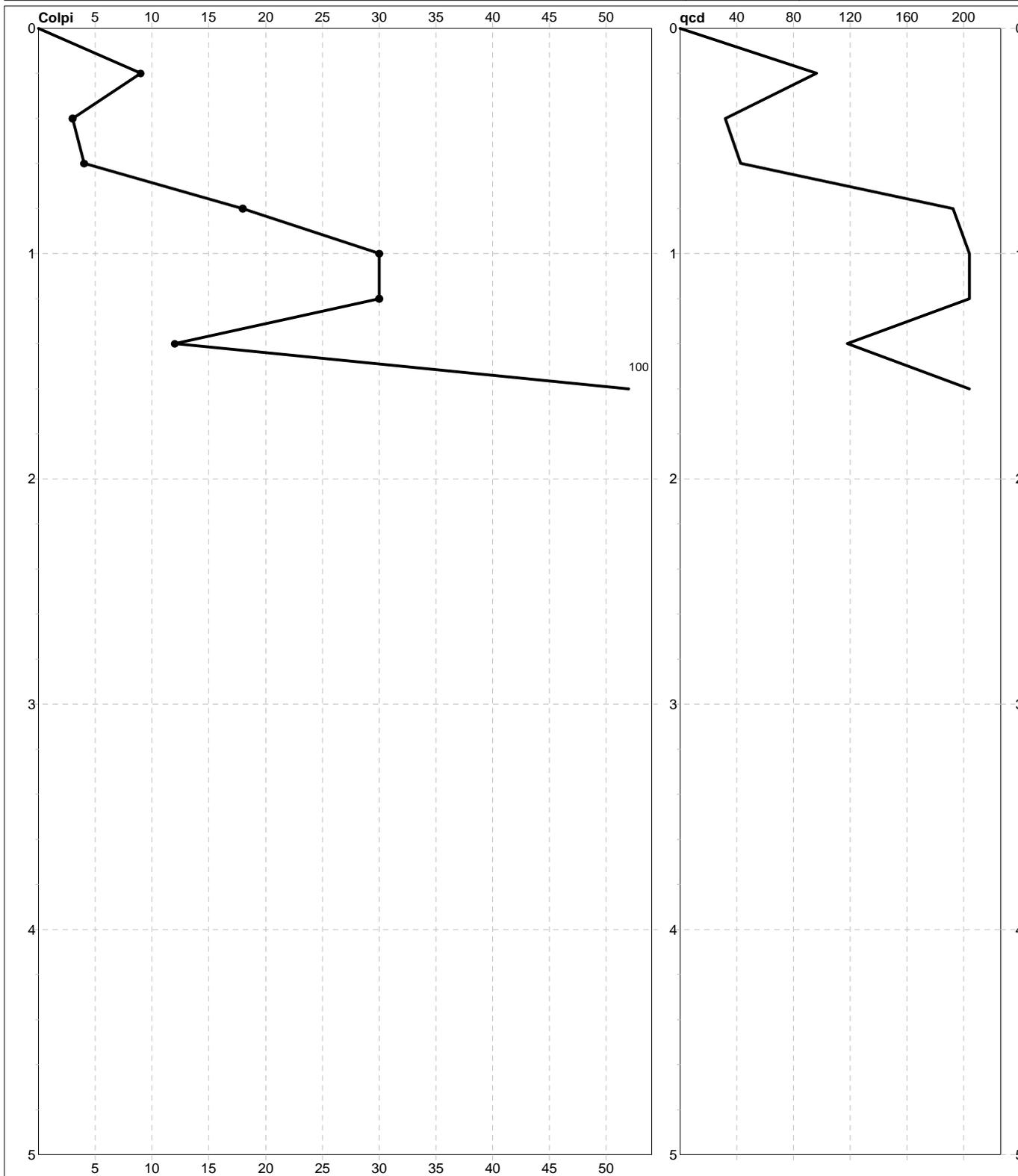
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN	1
riferimento	150113a
certificato n°	004/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
 Cantiere: **150113a**
 Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²** Data exec.: 13/01/2015
 Scala: 1:25 Data certificato: 13/01/2015
 Pagina: 1
 Elaborato: Falda:



Penetrometro: DPSH (S. Heavy)	Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi	Preforo: m
Massa battente: 63.50 m	Assistente:	Corr.astine: kg/ml
Altezza caduta: 0.75 m		Cod.ISTAT: 0
Avanzamento: 0.20 m		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

1

riferimento

150113a

certificato n°

004/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
Cantiere: **150113a**
Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: **1**
Elaborato:

Data esec.: **13/01/2015**
Data certificato: **13/01/2015**
Falda:

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpq kg/cm ²	qc kg/cm ²	Vs m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione
1	0.00 : 0.20	Media	9	1.52	14	96.18	86.56	75	99	4.81	Coes./Gran.	
2	0.20 : 0.60	Media	5	1.52	8	56.99	51.29	90	63	2.85	Coes./Gran.	
3	0.60 : 1.20	Media	26	1.52	40	260.49	250.06	151	230	13.02	Coes./Gran.	
4	1.20 : 1.40	Media	12	1.52	18	117.83	106.04	129	121	5.89	Coes./Gran.	
5	1.40 : 1.60	Media	100	1.52	152	981.88	883.69	210	668	49.09	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm ²	Ysat t/m ³	W %	e -	Mo kg/cm ²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm ²	Ysat t/m ³	Yd t/m ³	Mo kg/cm ²	Liq. -
1	0.00 : 0.20	14	0.88	1.95	29.45	0.80	57	41	31	299	1.96	1.53	230	---
2	0.20 : 0.60	8	0.50	1.87	34.98	0.94	41	28	29	253	1.91	1.46	161	---
3	0.60 : 1.20	40	2.50	2.10	20.20	0.55	110	75	39	500	2.10	1.77	463	---
4	1.20 : 1.40	18	1.13	2.00	26.21	0.71	65	47	32	330	1.98	1.57	275	---
5	1.40 : 1.60	152	9.50	2.10	20.20	0.55	337	100	45	1363	2.24	1.99	1418	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN 2

riferimento **150113a**

certificato n° 005/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
 Cantiere: **150113a**
 Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data esec.: 13/01/2015
 Data certificato: 13/01/2015
 Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0.20	1	18		192.35					
0.40	1	7		74.80					
0.60	2	4		42.74					
0.80	2	4		42.74					
1.00	2	100		981.88					

H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
 qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

2

riferimento

150113a

certificato n°

005/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**

Cantiere: **150113a**

Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**

Scala: 1:25

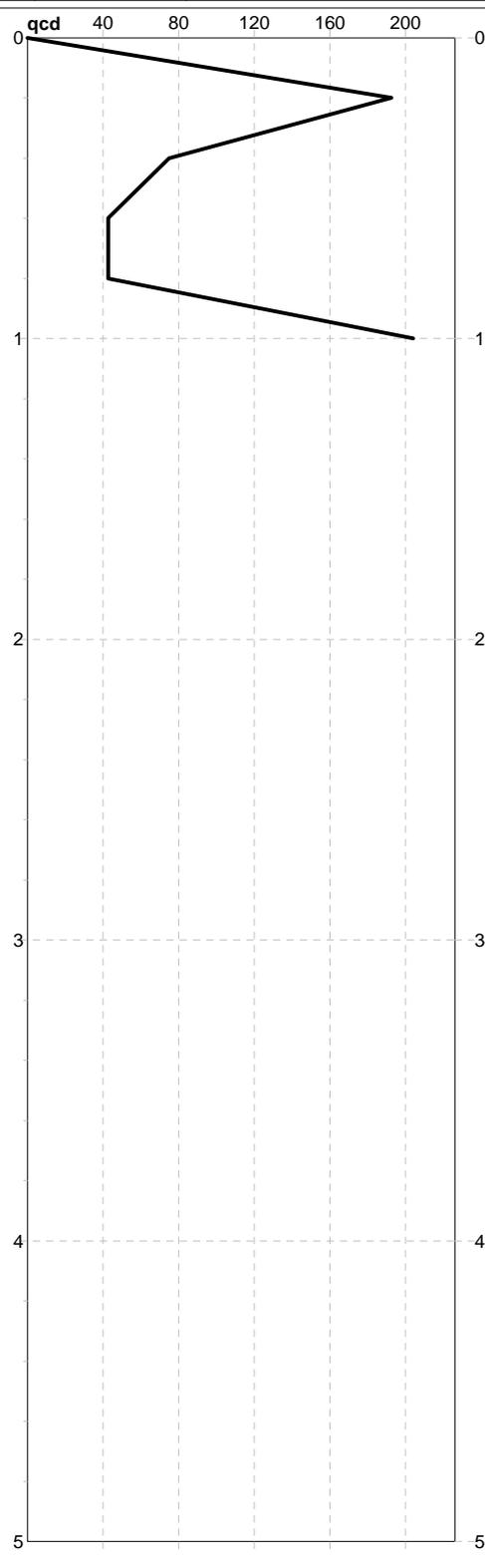
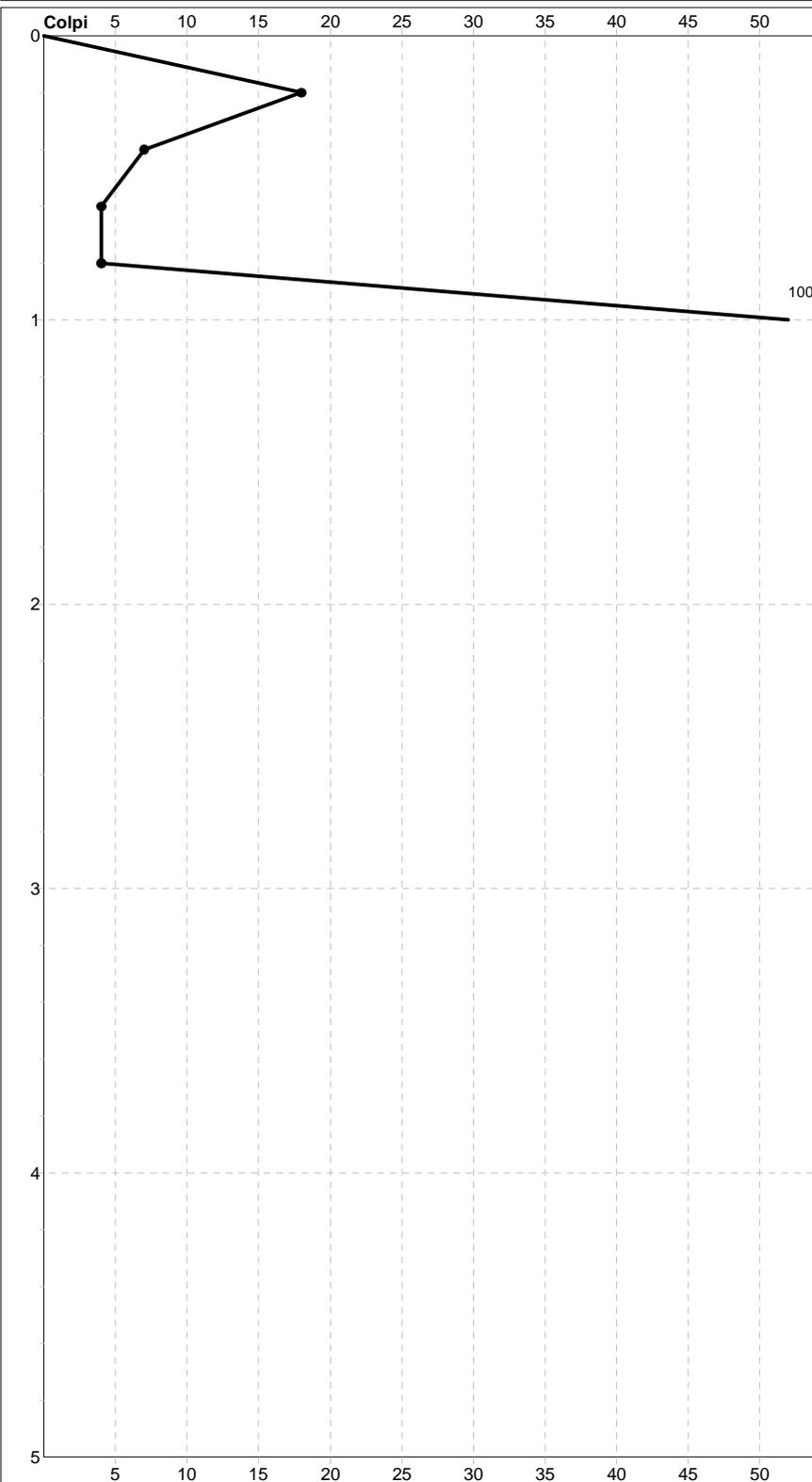
Pagina: 1

Elaborato:

Data exec.: 13/01/2015

Data certificato: 13/01/2015

Falda:



Penetrometro: DPSH (S. Heavy)
Massa battente: 63.50 m
Altezza caduta: 0.75 m
Avanzamento: 0.20 m

Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

2

riferimento

150113a

certificato n°

005/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
Cantiere: **150113a**
Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: **1**
Elaborato:

Data esec.: **13/01/2015**
Data certificato: **13/01/2015**
Falda:

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm ²	qc kg/cm ²	Vs m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione
1	0.00 : 0.20	Media	18	1.52	27	192.35	173.12	92	168	9.62	Coes./Gran.	
2	0.20 : 0.80	Media	8	1.52	13	88.16	79.34	102	93	4.41	Coes./Gran.	
3	0.80 : 1.00	Media	100	1.52	152	981.88	961.76	190	668	49.09	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm ²	Ysat t/m ³	W %	e -	Mo kg/cm ²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm ²	Ysat t/m ³	Yd t/m ³	Mo kg/cm ²	Liq. -
1	0.00 : 0.20	27	1.69	2.10	20.20	0.55	83	61	35	399	2.03	1.66	352	---
2	0.20 : 0.80	13	0.81	1.93	30.31	0.82	55	40	31	291	1.95	1.53	218	---
3	0.80 : 1.00	152	9.50	2.10	20.20	0.55	337	100	45	1363	2.24	1.99	1418	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN

3

riferimento

150113a

certificato n°

006/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**

Cantiere: **150113a**

Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 13/01/2015

Data certificato: 13/01/2015

Pagina: 1

Elaborato:

Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0.20	1	0		0.00					
0.40	1	0		0.00					
0.60	2	0		0.00					
0.80	2	0		0.00					
1.00	2	0		0.00					
1.20	2	1		9.82					
1.40	2	4		39.28					
1.60	3	100		981.88					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

3

riferimento

150113a

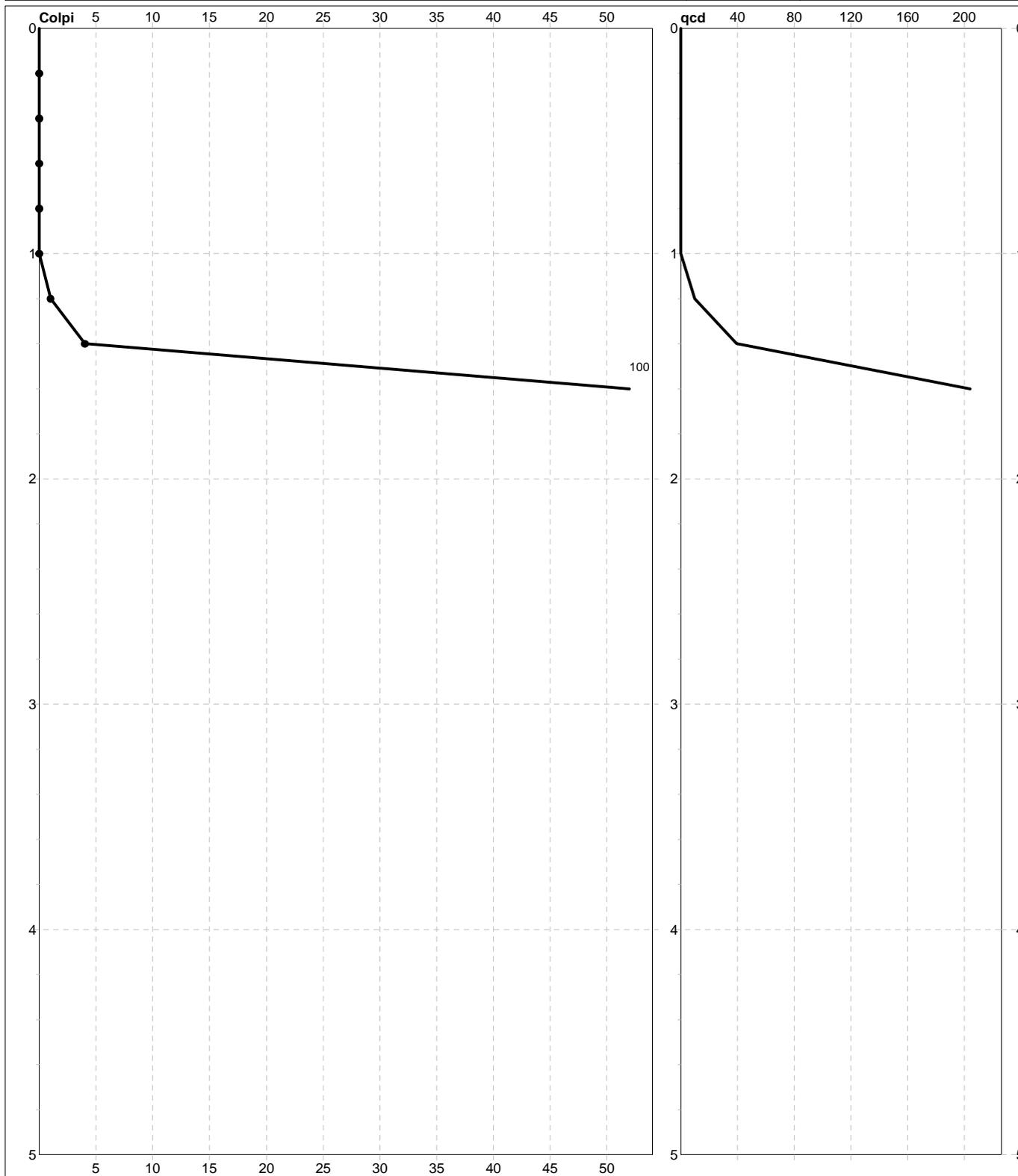
certificato n°

006/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
Cantiere: **150113a**
Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**
Scala: 1:25
Pagina: 1
Elaborato:

Data exec.: 13/01/2015
Data certificato: 13/01/2015
Falda:



Penetrometro: DPSH (S. Heavy)
Massa battente: 63.50 m
Altezza caduta: 0.75 m
Avanzamento: 0.20 m

Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

3

riferimento

150113a

certificato n°

006/15

Committente: **Geol. Chiara Marconi**
Cantiere: **150113a**
Località: **Casciana Terme**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: **1**
Elaborato:

Data esec.: **13/01/2015**
Data certificato: **13/01/2015**
Falda:

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm ²	qc kg/cm ²	Vs m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione
1	1.00 : 1.40	Media	3	1.52	4	24.55	22.09	98	36	1.23	Coes./Gran.	
2	1.40 : 1.60	Media	100	1.52	152	981.88	883.69	210	668	49.09	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

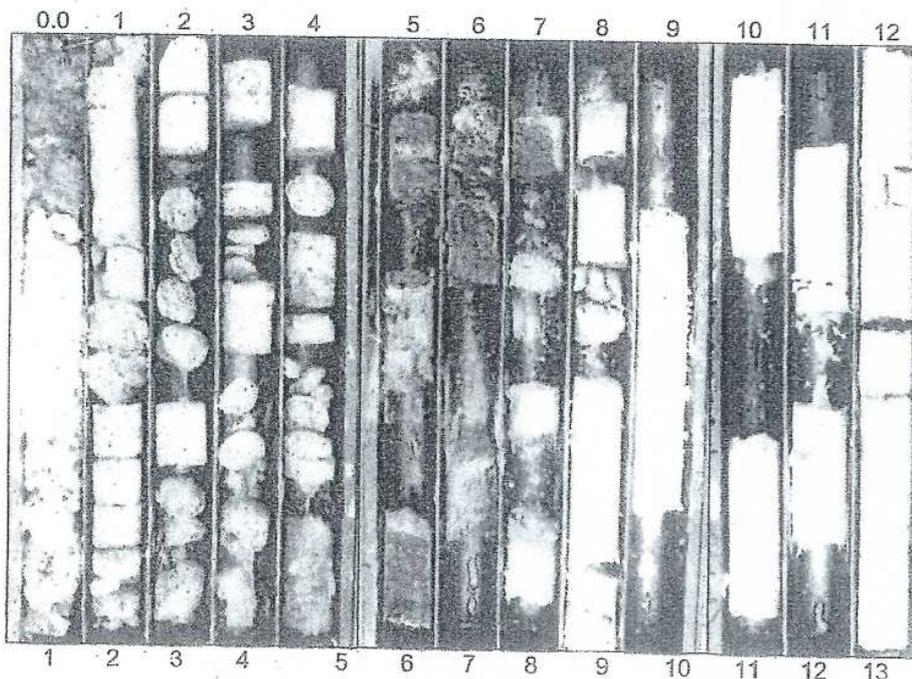
NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm ²	Ysat t/m ³	W %	e -	Mo kg/cm ²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm ²	Ysat t/m ³	Yd t/m ³	Mo kg/cm ²	Liq. -
1	1.00 : 1.40	4	0.25	1.80	41.67	1.13	30	15	28	222	1.87	1.39	116	---
2	1.40 : 1.60	152	9.50	2.10	20.20	0.55	337	100	45	1363	2.24	1.99	1418	---

SONDAGGIO GEOGNOSTICO DI RIFIERIMENTO – S1

GEOFRUGETTI		
Committente : Amm.ne Com.le di CASCIANA TERME	Cantiere : Casciana Terme	Località : PALESTRA COMUNALE
Data inizio perforazione : 27/12/07	Data fine perforazione : 27/12/07	Quota assoluta s.l.m. (m) : 114
Diametro foro : 101 mm	Macchina perforatrice : MAIT T. 14	Metodo di perforazione : Rotazione
Ditta esecutrice : G.S. Trivellazioni		Tecnico responsabile : Luca Giusti

Profondità del p.d.c. (m)	Potenza (m)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	N° Colpi Prova Penetrometrica Dinamica N° Colpi 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
0.30	0.30	[Simbolo vegetale]	Terreno vegetale.	
1.40	1.10	[Simbolo argilla]	Terreno di riporto in matrice argillosa consistente	
4.80	3.40	[Simbolo travertino]	Travertino da grigiastro a beige scuro, compatto Rock Quality Designation = 25,57 H ₂ O -4.60	
7.80	3.00	[Simbolo torba]	Torbe ed argille torbose poco consistenti con letti carboniosi e livelli conchigliari	
9.00	1.20	[Simbolo argilla]	Argille limose verdastre con noduli di travertino, consistenti	
11.50	2.50	[Simbolo argilla]	Argille limose beige compatte, con frequenti clasti e ciottoli arenacei grigi Nel complesso presenta un aspetto detritico	
13.00	1.50	[Simbolo argilla]	Argille e sabbie nocciola, compatte, con clasti	



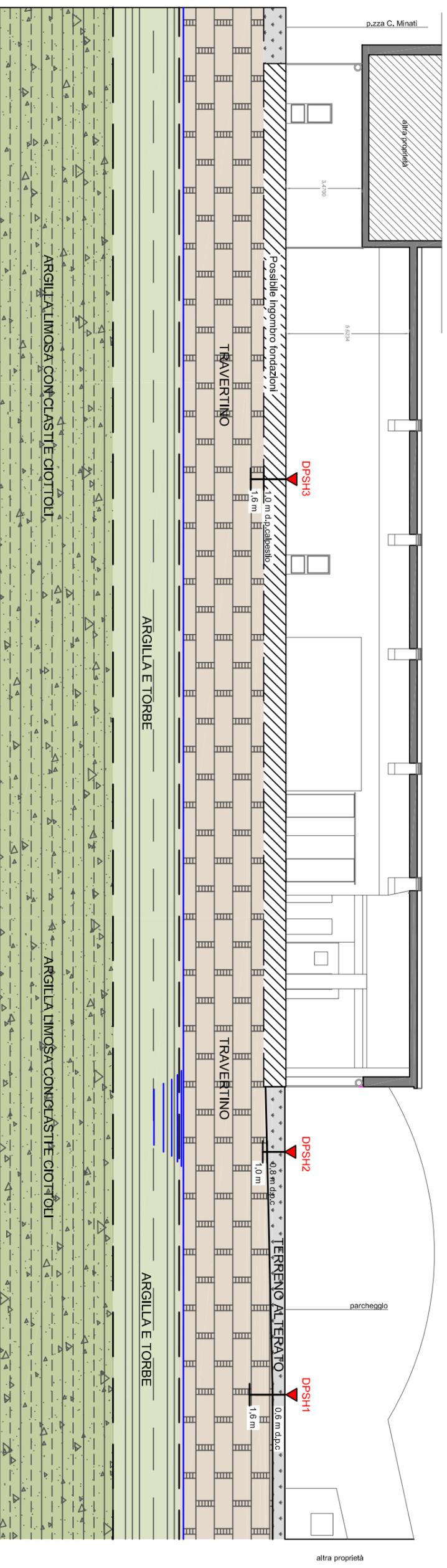
S1

ALLEGATO 8

SEZIONE LITOTECNICA

STATO ATTUALE - SEZIONE A-A

SCALA 1:200



ALLEGATO 9